

10/536904

PCT/JP 03/15109

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

26.11.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年11月28日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-346262
[ST. 10/C]: [JP2002-346262]

出 願 人
Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

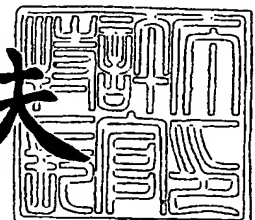
RECEIVED	
22 JAN 2004	
WIPO	PC1

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004年 1月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 2002-0719
【提出日】 平成14年11月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 27/146
H04N 5/335
G01T 1/20

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 森 治通

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 藤田 一樹

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 久嶋 竜次

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 本田 真彦

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置及び放射線撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に 2 次元状に配列されて形成された複数の第 2 導電型半導体領域とを含み、前記半導体基板と前記各第 2 導電型半導体領域との p n 接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感应部と、

少なくとも前記半導体基板の前記一方面に露出する p n 接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有し、

前記導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 前記導電性部材は、前記光感应部への光入射方向から見て格子形状を呈しており、前記半導体基板の前記一方面に露出する前記 p n 接合部分及び隣接する前記第 2 導電型半導体領域の間の部分を覆うように設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記光感应部は、隣接する前記第 2 導電型半導体領域間に形成されたアイソレーション領域を更に含み、

前記導電性部材は、前記アイソレーション領域に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記フォトダイオードに電氣的に接続され、当該フォトダイオードの出力を読み出すための信号線と、

前記複数のフォトダイオードの列毎に前記各フォトダイオードと前記信号線との間の電氣的な接続及び遮断を制御する複数のスイッチからなるスイッチ群と、

前記スイッチ群を構成する各スイッチの制御端子に接続され、当該各スイッチを前記複数のフォトダイオードの行毎に遮断あるいは導通させる走査信号を前記制御端子に入力する配線と、を更に有し、

前記配線は、前記導電性部材の上方に位置して設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 第 1 導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に M

行N列に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、前記半導体基板と前記各第2導電型半導体領域とのpn接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、

前記列毎に設けられた第1の配線と、

前記列毎に前記各フォトダイオードと前記第1の配線とを接続する複数のスイッチからなる第1のスイッチ群と、

前記第1のスイッチ群を構成する各スイッチを前記行毎に開閉させる垂直走査信号を出力する垂直シフトレジスタと、

前記第1のスイッチ群を構成する各スイッチの制御端子と前記垂直シフトレジスタとを前記行毎に接続する第2の配線と、

前記第1の配線それぞれと信号出力線とを接続する複数のスイッチからなる第2のスイッチ群と、

前記第2のスイッチ群を構成する各スイッチを前記列毎に開閉させる水平走査信号を出力する水平シフトレジスタと、

少なくとも前記半導体基板の前記一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有しており、

前記導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項6】 前記導電性部材は、前記光感応部への光入射方向から見て格子形状を呈しており、前記半導体基板の前記一方面に露出する前記pn接合部分及び隣接する前記第2導電型半導体領域の間の部分を覆うように設けられていることを特徴とする請求項5に記載の固体撮像装置。

【請求項7】 前記光感応部は、隣接する前記第2導電型半導体領域間に形成されたアイソレーション領域を更に含み、

前記導電性部材は、前記アイソレーション領域に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項5に記載の固体撮像装置。

【請求項8】 前記第2の配線は、前記導電性部材の上方に位置して設けられていることを特徴とする請求項5に記載の固体撮像装置。

【請求項9】 第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に2

次元状に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、前記半導体基板と前記各第2導電型半導体領域とのpn接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感応部と、

前記フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、を有していることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項10】 前記導電性部材は、少なくとも前記半導体基板の前記一方面に露出するpn接合部分を覆うように当該pn接合部分の上方に設けられており、固定電位に接続されている若しくは接地されていることを特徴とする請求項9に記載の固体撮像装置。

【請求項11】 請求項1～請求項10のいずれか一項に記載の固体撮像装置と、

前記複数のフォトダイオードを覆うように設けられ、放射線を可視光に変換するシンチレータと、を有することを特徴とする放射線撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像装置及び放射線撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の放射線撮像装置として、ファイバオプティカルプレート（以下、FOPと称する）と、このFOPの一方の表面に設けられたシンチレータと、FOPの他方の表面に対向して設けられたMOS型イメージセンサと、を備えたものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

また、光電変換を行う光検出器が1次元又は2次元に配列された光検出器アレイと、光検出器の光入射面上に直接形成されたシンチレータと、を備えた放射線撮像装置も知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【0004】

【特許文献1】

特開 2000-28735 号公報

【特許文献 2】

国際公開 WO 98/36290 号パンフレット

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献 1 に開示されたような撮像装置では、FOP 自体の面積化が不可能であるために、撮像面の面積化は困難であった。このため、上記特許文献 2 に開示されているように、FOP を用いることなく、光検出器の光入射面上にシンチレータを直接形成する手法が考えられる。また、光検出器の光入射面上にシンチレータを直接形成するのではなく、支持体上にシンチレータを形成し、光検出器の光入射面とシンチレータとを密着させる手法も考えられる。

【0006】

しかしながら、FOP を用いない構成とした場合、SN 比が劣化するという新たな問題点が発生するようになった。発明者等の調査研究の結果、以下の事実が新たに判明した。FOP が存在する場合には、シンチレータにて光に変換されなかった放射線は、FOP に含まれる鉛により遮蔽される。ところが、FOP が存在しない場合には、シンチレータにて光に変換されなかった放射線が、MOS 型イメージセンサに直接入射し、フォトダイオード以外の領域、例えば MOS 型イメージセンサの表面保護膜である表面酸化膜（シリコン酸化膜等）中で電荷が発生することとなる。発生した電荷は p n 接合部分に蓄積（チャージアップ）し、これによりフォトダイオードの端部である p n 接合部分において電荷の界面リークが起こり、リーク電流が発生する。このリーク電流はフォトダイオードからの電流出力に重畳され、SN 比が劣化してしまう。

【0007】

本発明は、p n 接合部分における電荷の界面リークの発生を抑制して、SN 比が劣化するのを防止することが可能な固体撮像装置及び放射線撮像装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る固体撮像装置は、第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に2次元状に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、半導体基板と各第2導電型半導体領域とのpn接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感应部と、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有し、導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴としている。

【0009】

本発明に係る固体撮像装置では、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材が固定電位に接続されている、若しくは接地されているので、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷がpn接合部分に蓄積されることなく、導電性部材を通して外部に排出されることとなる。このため、pn接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、SN比が劣化するのを防止することができる。

【0010】

また、導電性部材は、光感应部への光入射方向から見て格子形状を呈しており、半導体基板の一方面に露出するpn接合部分及び隣接する第2導電型半導体領域の間の部分を覆うように設けられていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出し、当該pn接合部分における電荷の界面リークの発生を確実に抑制し得る構成の導電性部材を簡易且つ容易に実現できる。

【0011】

また、光感应部は、隣接する第2導電型半導体領域間に形成されたアイソレーション領域を更に含み、導電性部材は、アイソレーション領域に電氣的に接続されていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、アイソレーション領域を固定電位に接続する若しくは接地するための導電性部材とを共通化でき、構造が複雑化するのを防止できる。

【0012】

また、フォトダイオードに電氣的に接続され、当該フォトダイオードの出力を

読み出すための信号線と、複数のフォトダイオードの列毎に各フォトダイオードと信号線との間の電氣的な接続及び遮断を制御する複数のスイッチからなるスイッチ群と、スイッチ群を構成する各スイッチの制御端子に接続され、当該各スイッチを複数のフォトダイオードの行毎に遮断あるいは導通させる走査信号を制御端子に入力する配線と、を更に有し、配線は、導電性部材の上方に位置して設けられていることが好ましい。このように構成した場合、走査信号を制御端子に入力する際に配線における供給電圧の変化に伴って発生するノイズが導電性部材によりシールドされ、当該ノイズがフォトダイオードの出力に重畳されてしまうのを防止することができる。

【0013】

本発明に係る固体撮像装置は、第1導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側にM行N列に配列されて形成された複数の第2導電型半導体領域とを含み、半導体基板と各第2導電型半導体領域とのpn接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感应部と、列毎に設けられた第1の配線と、列毎に各フォトダイオードと第1の配線とを接続する複数のスイッチからなる第1のスイッチ群と、第1のスイッチ群を構成する各スイッチを行毎に開閉させる垂直走査信号を出力する垂直シフトレジスタと、第1のスイッチ群を構成する各スイッチの制御端子と垂直シフトレジスタとを行毎に接続する第2の配線と、第1の配線それぞれと信号出力線とを接続する複数のスイッチからなる第2のスイッチ群と、第2のスイッチ群を構成する各スイッチを列毎に開閉させる水平走査信号を出力する水平シフトレジスタと、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材と、を有しており、導電性部材は、固定電位に接続されている、若しくは接地されていることを特徴としている。

【0014】

本発明に係る固体撮像装置では、少なくとも半導体基板の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた導電性部材が固定電位に接続されている、若しくは接地されているので、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷がpn接合部分に蓄積されることなく、導電性部材を通して外部に排出されることとなる。このため、pn接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、SN

比が劣化するのを防止することができる。

【0015】

また、導電性部材は、光感应部への光入射方向から見て格子形状を呈しており、半導体基板の一方面に露出する p n 接合部分及び隣接する第 2 導電型半導体領域の間の部分を覆うように設けられていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出し、当該 p n 接合部分における電荷の界面リークの発生を確実に抑制し得る構成の導電性部材を簡易且つ容易に実現できる。

【0016】

また、光感应部は、隣接する第 2 導電型半導体領域間に形成されたアイソレーション領域を更に含み、導電性部材は、アイソレーション領域に電氣的に接続されていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、アイソレーション領域を固定電位に接続する若しくは接地するための導電性部材とを共通化でき、構造が複雑化するのを防止できる。

【0017】

また、第 2 の配線は、導電性部材の上方に位置して設けられていることが好ましい。このように構成した場合、走査信号を制御端子に入力する際の第 2 の配線における供給電圧の変化に伴って発生するノイズが導電性部材によりシールドされ、当該ノイズがフォトダイオードの出力に重畳されてしまうのを防止することができる。

【0018】

また、本発明に係る固体撮像装置は、第 1 導電型の半導体基板と、当該半導体基板の一方面側に 2 次元状に配列されて形成された複数の第 2 導電型半導体領域とを含み、半導体基板と各第 2 導電型半導体領域との p n 接合によりそれぞれがフォトダイオードとして機能する光感应部と、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、を有していることを特徴とする固体撮像装置。

【0019】

本発明に係る固体撮像装置では、少なくとも半導体基板の一方面に露出する p n 接合部分を覆うように設けられた導電性部材が固定電位に接続されている、若しくは接地されているので、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷が p n 接合部分に蓄積されることなく、導電性部材を通して外部に排出されることとなる。このため、p n 接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、S N 比が劣化するのを防止することができる。

【0020】

また、導電性部材は、少なくとも半導体基板の一方面に露出する p n 接合部分を覆うように当該 p n 接合部分の上方に設けられており、固定電位に接続されている若しくは接地されていることが好ましい。このように構成した場合、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷を外部に排出し得る構成の導電性部材を簡易且つ容易に実現できる。

【0021】

本発明に係る放射線撮像装置は、上記固体撮像装置と、複数のフォトダイオードを覆うように設けられ、放射線を可視光に変換するシンチレータと、を有することを特徴としている。

【0022】

本発明に係る放射線撮像装置では、上述したように、フォトダイオード以外の領域で発生した電荷が p n 接合部分に蓄積されることなく、導電性部材を通して外部に排出されるので、p n 接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、S N 比が劣化するのを防止することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。本実施形態に係る放射線撮像装置は、本発明の実施形態に係る固体撮像装置（固体撮像素子）を含んでいる。

【0024】

図1及び図2は、本実施形態に係る放射線撮像装置の断面構成を説明するため

の概略図であり、図3は、本実施形態に係る放射線撮像装置を示す平面図である。図4は、本実施形態に係る放射線撮像装置を示す構成図である。なお、図3では、ボンディングワイヤの図示を省略している。

【0025】

本実施形態の放射線撮像装置1は、図1～図3に示されるように、固体撮像素子11、シンチレータ21、マウント基板23、枠体25等を備えている。

【0026】

固体撮像素子11は、MOS型イメージセンサであって、半導体基板12の一方面側に形成された、光感応部31、シフトレジスタ部41及び増幅部51を有している。このように、光感応部31、シフトレジスタ部41及び増幅部51は、同一基板（半導体基板12）に形成されている。半導体基板12（固体撮像素子11）は、マウント基板23上に固定されている。本実施形態においては、半導体基板12の面積は、 $16900\text{mm}^2 (=130\text{mm} \times 130\text{mm})$ 程度であり、光感応部31の面積は、 $15625\text{mm}^2 (=125\text{mm} \times 125\text{mm})$ 程度である。

【0027】

光感応部31は、図4に示されるように、光の入射強度に応じた電荷量を蓄積するフォトダイオード（光電変換素子）33を半導体基板12上に複数個配列して構成される。より具体的には、y軸方向にM行、x軸方向にN列（M、Nは自然数）に配列されたM×N個のフォトダイオード33によって光感応部31が構成される。なお、図4においては、M及びNが「4」に設定されている。

【0028】

光感応部31を構成するフォトダイオード33のそれぞれには、一端が当該フォトダイオード33に電氣的に接続され、他端が後述の信号読み出しラインに電氣的に接続されたゲートスイッチ（第1のスイッチ群を構成するスイッチ）35が設けられている。従って、ゲートスイッチ35が開のときには、フォトダイオード33への光の入射に伴って電荷が蓄積され、ゲートスイッチ35が閉になるとフォトダイオード33に蓄積された電荷が後述の信号読み出しラインに読み出される。なお、ゲートスイッチ35は、MOSFET（電界効果トランジスタ）

にて構成することができる。

【0029】

シフトレジスタ部41は、垂直シフトレジスタ43を含み、半導体基板12上であって、光感応部31の一辺に面して形成されている。この垂直シフトレジスタ43は、ゲートスイッチ35を開閉させるための垂直走査信号を出力する。この垂直走査信号は、ハイ（H）レベルとロウ（L）レベルの2種類の駆動電圧を含んでおり、これらの駆動電圧の差は数V程度である。

【0030】

各ゲートスイッチ35の制御端子と垂直シフトレジスタ43とは、ゲートライン（第2の配線；配線）45によって電氣的に接続されており、垂直シフトレジスタ43から出力された垂直走査信号によって各ゲートスイッチ35を開閉させることができるようになっている。ゲートライン45は、具体的には、光感応部31に配列されたフォトダイオード33の行間を縫ってx軸方向に延線されており、同一行に存在する各ゲートスイッチ35の制御端子に接続されている。従って、垂直シフトレジスタ43とゲートスイッチ35の制御端子とは、行毎に接続されていることになる。

【0031】

光感応部31に配列されたフォトダイオード33の列間には、さらに、上記ゲートスイッチ35の他端が列毎に電氣的に接続されたN本の信号読み出しライン（第1の配線；信号線）53が設けられている。当該N本の信号読み出しライン53は、増幅部51に電氣的に接続されている。増幅部51は、チャージアンプ55、読み出しスイッチ（第2のスイッチ群を構成するスイッチ）57及び水平シフトレジスタ59等を含み、半導体基板12上であって、光感応部31におけるシフトレジスタ部41が面して形成された一辺に隣接する一辺に面して形成されている。

【0032】

チャージアンプ55は、信号読み出しライン53毎に設けられており、信号読み出しライン53に読み出された電荷量（電流出力）を増幅する。読み出しスイッチ57は、信号読み出しライン53毎に設けられるとともにフォトダイオード

33から読み出された電荷量（電流出力）を信号出力ライン60に出力する。水平シフトレジスタ59は、読み出しスイッチ57を開閉させるための水平走査信号を出力する。

【0033】

半導体基板12には、図2及び図3に示されるように、それぞれの増幅部51と電氣的に接続されて形成されたボンディングパッド部61が複数形成されている。これらのボンディングパッド部61は、ボンディングワイヤ63により、マウント基板23に形成されたボンディングパッド部65に電氣的に接続されている。これにより、増幅部51からの出力は、マウント基板23を通して撮像装置1の外部に送られることとなる。また、半導体基板12には、それぞれのシフトレジスタ部41と電氣的に接続されて形成されたボンディングパッド部67が複数形成されている（特に、図3参照）。これらのボンディングパッド部67は、ボンディングワイヤ（図示せず）により、マウント基板23に形成されたボンディングパッド部69に電氣的に接続されている。これにより、撮像装置1の外部からの信号は、マウント基板23を通してシフトレジスタ部41に送られることとなる。

【0034】

シンチレータ21は、入射した放射線（例えば、X線）を可視光に変換するもので、柱状構造を呈している。シンチレータ21は、図3にも示されるように、半導体基板12の一方面における光感应部31、シフトレジスタ部41及び増幅部51が形成された領域を覆うように、当該領域上に直接形成されている。これにより、シンチレータ21は、半導体基板12の一方面における光感应部31、シフトレジスタ部41及び増幅部51が形成された領域に接触して配置されることとなる。なお、半導体基板12の一方面におけるボンディングパッド部61、67が形成された領域は、シンチレータ21にて覆われておらず、露出している。

【0035】

シンチレータ21には、各種の材料を用いることができるが、発光効率が良いTlドープのCsI等が好ましい。シンチレータ21の上には、シンチレータ2

1 の柱状構造を覆ってその間隙まで入り込み、シンチレータ 2 1 を密閉する保護膜（図示せず）が形成されている。保護膜は、放射線を透過し、水蒸気を遮断する材料、例えばポリパラキシリレン樹脂（スリーボンド社製、商品名パリレン）、特にポリパラクロキシリレン（同社製、商品名パリレン C）を用いることが好ましい。本実施形態においては、シンチレータ 2 1 の厚みは、 $300\mu\text{m}$ 程度である。

【0036】

シンチレータ 2 1 は、蒸着法により、CsI の柱状結晶を成長させることで形成することができる。また、保護膜は、CVD 法により形成することができる。なお、シンチレータ 2 1 及び保護膜の形成方法については、本願出願人による国際公開 WO 9 8 / 3 6 2 9 0 号パンフレット等において詳細に開示されており、ここでの説明を省略する。

【0037】

枠体 2 5 は、固体撮像素子 1 1 を囲むようにマウント基板 2 3 上に固定されている。枠体 2 5 には、光感応部 3 1 に対応する位置に、矩形形状の開口 2 7 が形成されており、放射線がこの開口 2 7 を通ってシンチレータ 2 1 に入射することとなる。枠体 2 5 と、半導体基板 1 2 及びマウント基板 2 3 との間には空間 S が形成されている。空間 S 内には、固体撮像素子 1 1 のシフトレジスタ部 4 1 及び増幅部 5 1、ボンディングパッド部 6 1、6 5、ボンディングワイヤ 6 3 等が位置する。このように、ボンディングワイヤ 6 3 は、枠体 2 5 と、半導体基板 1 2 及びマウント基板 2 3 とで画成される空間 S 内に配設されているので、当該ボンディングワイヤ 6 3 は枠体 2 5 によって押さえつけられることなく、外部からの物理的応力から保護される。また、枠体 2 5 には、その増幅部 5 1 側とは反対側に放射線遮蔽性の材料（例えば、鉛等）からなる遮蔽材 2 9 が設けられており、この遮蔽材 2 9 にて放射線を十分に遮蔽している。本実施形態においては、遮蔽材 2 9 の厚みは 2.5 mm 程度である。

【0038】

次に、図 5 ～図 9 に基づいて、光感応部 3 1 の構成について説明する。図 5 は、光感応部を示す平面図である。図 6 は図 5 の V I - V I 線に沿った断面構成を

説明するための概略図であり、図7は図5のV I I - V I I 線に沿った断面構成を説明するための概略図であり、図8は図5のV I I I - V I I I 線に沿った断面構成を説明するための概略図であり、図9は図5のI X - I X 線に沿った断面構成を説明するための概略図である。なお、図5においては、第1～第4絶縁層13, 15～17、ゲートスイッチ35の図示を省略している。

【0039】

半導体基板12は、図6～図9に示されるように、P+型半導体基板12aを含み、このP+型半導体基板12a上にP-型エピタキシャル半導体層12bとP-型ウエル層12cが形成されている。P+型半導体基板12aは、接地電位とされている。なお、この固体撮像素子11は、半導体としてSiを用いるものであり、「高濃度」とは不純物濃度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 程度以上のことであって、「+」を導電型に付けて示し、「低濃度」とは不純物濃度が $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 程度以下であって「-」を導電型に付けて示すものとする。

【0040】

P-型ウエル層12cの表面側には、N+型半導体領域12dが形成されており、このN+型半導体（N+型半導体領域12d）とP-型半導体（P-型ウエル層12c）とのpn接合によりフォトダイオード（光電変換素子）33が構成されることとなる。N+型半導体領域12dは、図5に示されるように、光入射方向から見て矩形形状を呈しており、M行N列に2次元配列されている。これにより、光感応部31においては、フォトダイオード33がM行N列に2次元配列されることとなる。本実施形態では、N+型半導体領域12dの一辺の長さは50 μm 程度に設定されている。

【0041】

また、P-型ウエル層12cの表面側には、隣接するN+型半導体領域12dの間に、P+型半導体からなるアイソレーション領域12eが形成されている。このアイソレーション領域12eは、図5に示されるように、隣接するN+型半導体領域12dの間を行方向及び列方向に沿って延びており、光入射方向から見て格子形状を呈している。

【0042】

P-型ウエル層 12c、N+型半導体領域 12d、アイソレーション領域 12eの上には第1絶縁層（例えば、シリコン酸化膜からなる）13が形成され、この第1絶縁層 13に形成されたスルーホールを介して金属（例えば、アルミニウムからなる）配線（導電性部材）14がアイソレーション領域 12eに電氣的に接続されている。この金属配線 14は、図5に示されるように、隣接するN+型半導体領域 12dの間を行方向及び列方向に沿って延びて設けられており、光入射方向から見て格子形状を呈している。金属配線 14は接地されており、アイソレーション領域 12eは接地電位とされる。なお、金属配線 14は、接地する代わりに、固定電位に接続してもよい。

【0043】

金属配線 14の幅は、隣接するN+型半導体領域 12d間の距離よりも大きく設定されており、金属配線 14は、その一部が光入射方向から見てN+型半導体領域 12dの端部と重なっている。すなわち、金属配線 14は、その端部が半導体基板 12（P-型ウエル層 12c）の光入射面（一方面）に露出するpn接合部分（P-型ウエル層 12cとN+型半導体領域 12dとの界面）を覆うように当該pn接合部分の上方に設けられている。

【0044】

なお、金属配線 14は、図10に示されるように、pn接合部分（P-型ウエル層 12cとN+型半導体領域 12dとの界面部分）に形成される空乏層 12fを覆うように設けることが好ましい。空乏層 12fの大きさ（幅）は、P-型ウエル層 12cにおける不純物濃度、N+型半導体領域 12dにおける不純物濃度、印加電圧等により左右される。このため、金属配線 14の幅、すなわちpn接合部分を覆うためにN+型半導体領域 12dと重なる部分の幅は、これらの要因を考慮して設定する必要がある。本実施形態においては、隣接するN+型半導体領域 12d間の距離は、4 μ m程度であり、金属配線 14の幅は、5 μ m程度である。

【0045】

第1絶縁層 13の上には第2絶縁層（例えば、シリコン酸化膜からなる）15が形成されている。この第2絶縁層 15の上には、上記ゲートライン 45及び第

3 絶縁層（例えば、シリコン酸化膜からなる）16が形成されている。ゲートライン45は、アルミニウム等の金属からなり、図5、図7及び図8に示されるように、光入射方向から見て金属配線14の上方に位置し、隣接するN+型半導体領域12dの間を行方向に沿って延びて設けられている。

【0046】

第3絶縁層16の上には、上記信号読み出しライン53及び第4絶縁層（例えば、シリコン酸化膜からなる）17が形成されている。信号読み出しライン53は、アルミニウム等の金属からなり、図5及び図6に示されるように、光入射方向から見てN+型半導体領域12dの上方に位置し、列方向に沿って延びて設けられている。本実施形態では、信号読み出しライン53の幅は0.5 μ m程度に設定されている。また、信号読み出しライン53は、N+型半導体領域12dの一辺から1~2 μ m程度N+型半導体領域12d上にずれて配置されている。

【0047】

以上のように、本実施形態によれば、少なくとも半導体基板12の一方面に露出するpn接合部分を覆うように設けられた金属配線14が接地されているので、フォトダイオード33以外の領域（第1絶縁層13）で発生した電荷がpn接合部分に蓄積されることなく、金属配線14を通して外部に排出されることとなる。このため、pn接合部分における電荷の界面リークの発生が抑制され、SN比が劣化するのを防止することができる。

【0048】

本実施形態においては、金属配線14が、光感应部31への光入射方向から見て格子形状を呈しており、半導体基板12の一方面に露出するpn接合部分及び隣接するN+型半導体領域12dの間の部分を覆うように設けられている。これにより、フォトダイオード33以外の領域で発生した電荷を外部に排出し、当該pn接合部分における電荷の界面リークの発生を確実に抑制し得る構成の導電性部材を簡易且つ容易に実現できる。

【0049】

また、本実施形態においては、光感应部31が、隣接するN+型半導体領域12d間に形成されたアイソレーション領域12eを含み、金属配線14は、アイ

ソレーション領域 12e に電氣的に接続されている。これにより、フォトダイオード 33 以外の領域で発生した電荷を外部に排出するための導電性部材と、アイソレーション領域 12e を接地するための導電性部材とを共通化でき、構造が複雑化するのを防止できる。

【0050】

また、本実施形態においては、ゲートライン 45 が、金属配線 14 の上方に位置して設けられている。これにより、垂直走査信号を各ゲートスイッチ 35 の制御端子に入力する際にゲートライン 45 における供給電圧の変化（H レベルと L レベルの切り替え）に伴って発生するノイズが金属配線 14 によりシールドされることとなる。この結果、当該ノイズがフォトダイオード 33 の出力に重畳されてしまうのを防止することができる。

【0051】

本発明は、前述した実施形態に限定されるものではない。本実施形態においては、アイソレーション領域 12e を接地するための金属配線 14 により、フォトダイオード 33 以外の領域で発生した電荷を外部に排出するように構成しているが、これに限られるものではない。例えば、図 11 に示されるように、アイソレーション領域 12e を接地するための金属配線 14 とは別に、導電性部材 71（例えば、アルミニウム配線）を、少なくとも半導体基板 12 の一方面に露出する p n 接合部分を覆うように設け、当該導電性部材 71 によりフォトダイオード 33 以外の領域で発生した電荷を外部に排出する構成としてもよい。また、図 12 に示されるように、第 1 絶縁層 13 中にポリシリコンからなる導電性部材 73 を少なくとも半導体基板 12 の一方面に露出する p n 接合部分を覆うように設け、この導電性部材 73 によりフォトダイオード 33 以外の領域で発生した電荷を外部に排出する構成としてもよい。

【0052】

また、本実施形態においては、シンチレータ 21 を半導体基板 12 上に直接形成するようにしているが、これに限られるものではない。例えば、放射線透過性基板上にシンチレータを形成したシンチレータ基板を用い、半導体基板 12 の一方面における光感応部 31、シフトレジスタ部 41 及び増幅部 51 が形成された

領域とシンチレータとが接触するように、シンチレータ基板を配置した構成としてもよい。なお、シンチレータの上に保護膜が形成されている場合には、上記光感応部 31、シフトレジスタ部 41 及び増幅部 51 が形成された領域と保護膜とが接触するようになる。

【0053】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、pn 接合部分における電荷の界面リークの発生を抑制して、SN 比が劣化するのを防止することが可能な固体撮像装置及び放射線撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施形態に係る放射線撮像装置の断面構成を説明するための概略図である。

【図2】

本実施形態に係る放射線撮像装置の断面構成を説明するための概略図である。

【図3】

本実施形態に係る放射線撮像装置を示す平面図である。

【図4】

本実施形態に係る放射線撮像装置を示す構成図である。

【図5】

本実施形態に係る放射線撮像装置の固体撮像素子に含まれる光感応部を示す平面図である。

【図6】

図5のVI-VI線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

【図7】

図5のVII-VII線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

【図8】

図5のVIII-VIII線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

。

【図9】

図 5 の I X - I X 線に沿った断面構成を説明するための概略図である。

【図 1 0】

本実施形態に係る放射線撮像装置の固体撮像素子に含まれる光感应部の断面構成を説明するための概略図である。

【図 1 1】

本実施形態に係る放射線撮像装置の変形例における断面構成を説明するための概略図である。

【図 1 2】

本実施形態に係る放射線撮像装置の変形例における断面構成を説明するための概略図である。

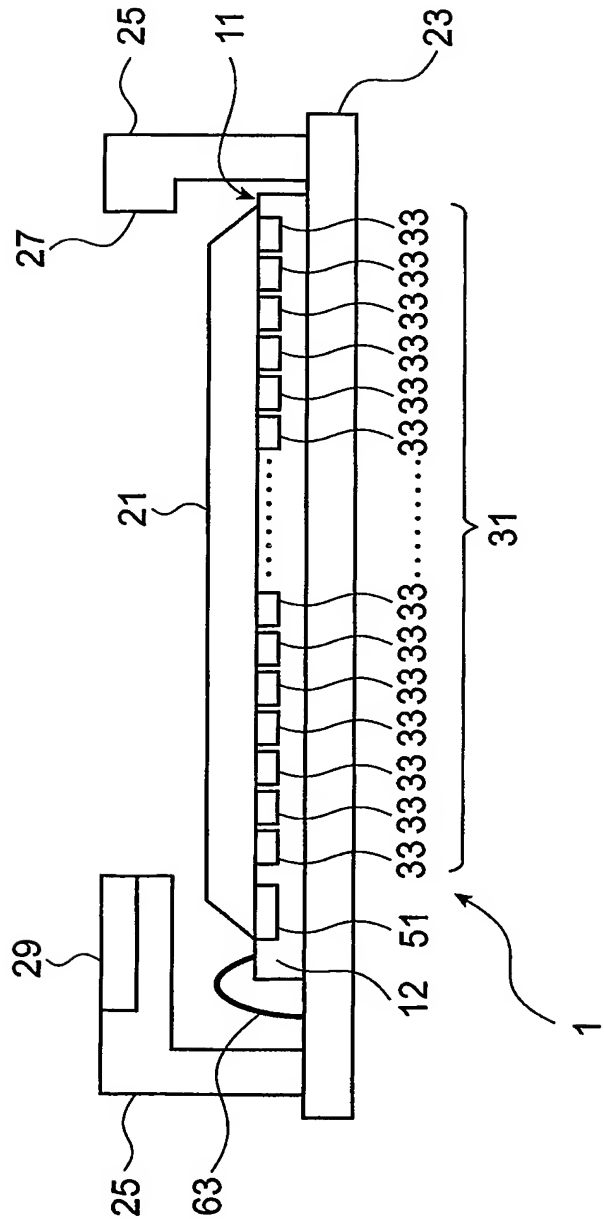
【符号の説明】

1…放射線撮像装置、11…固体撮像素子、12…半導体基板、12c…P型ウエル層、12d…N+型半導体領域、12e…アイソレーション領域、13…第1絶縁層、14…金属配線、21…シンチレータ、23…マウント基板、31…光感应部、33…フォトダイオード、35…ゲートスイッチ、41…シフトレジスタ部、43…垂直シフトレジスタ、45…ゲートライン、51…増幅部、53…信号読み出しライン、55…チャージアンプ、57…読み出しスイッチ、59…水平シフトレジスタ、60…信号出力ライン、71, 73…導電性部材。

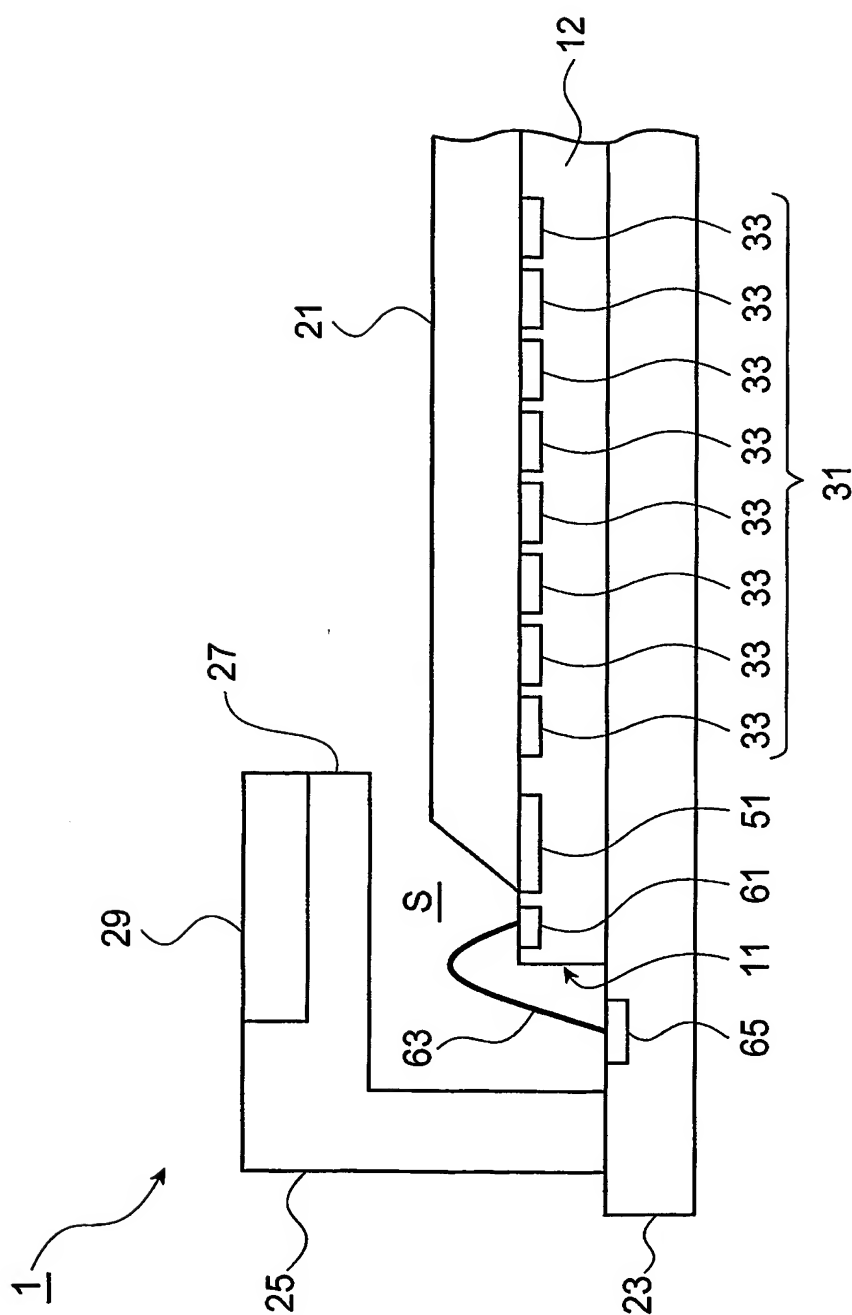
【書類名】

図面

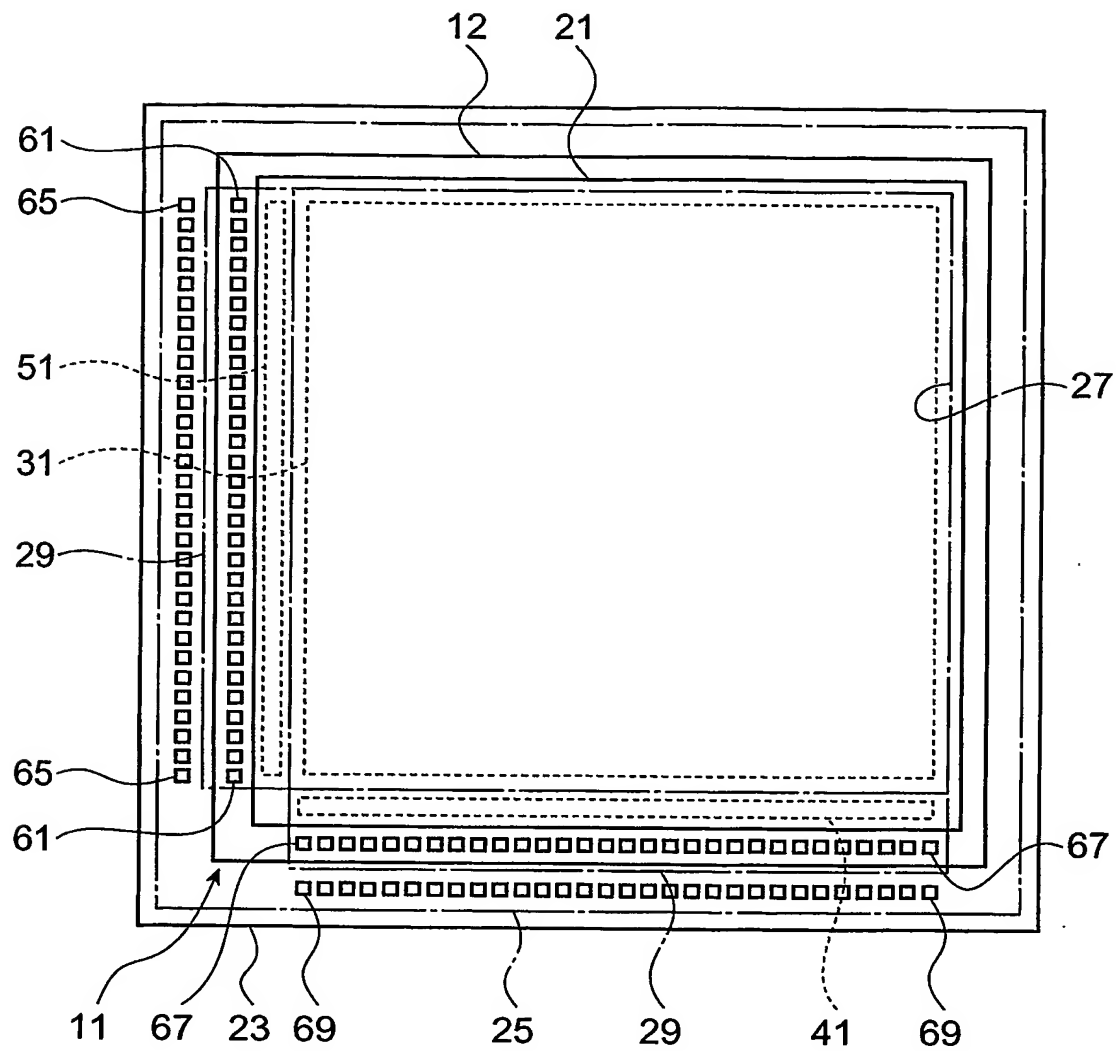
【図 1】



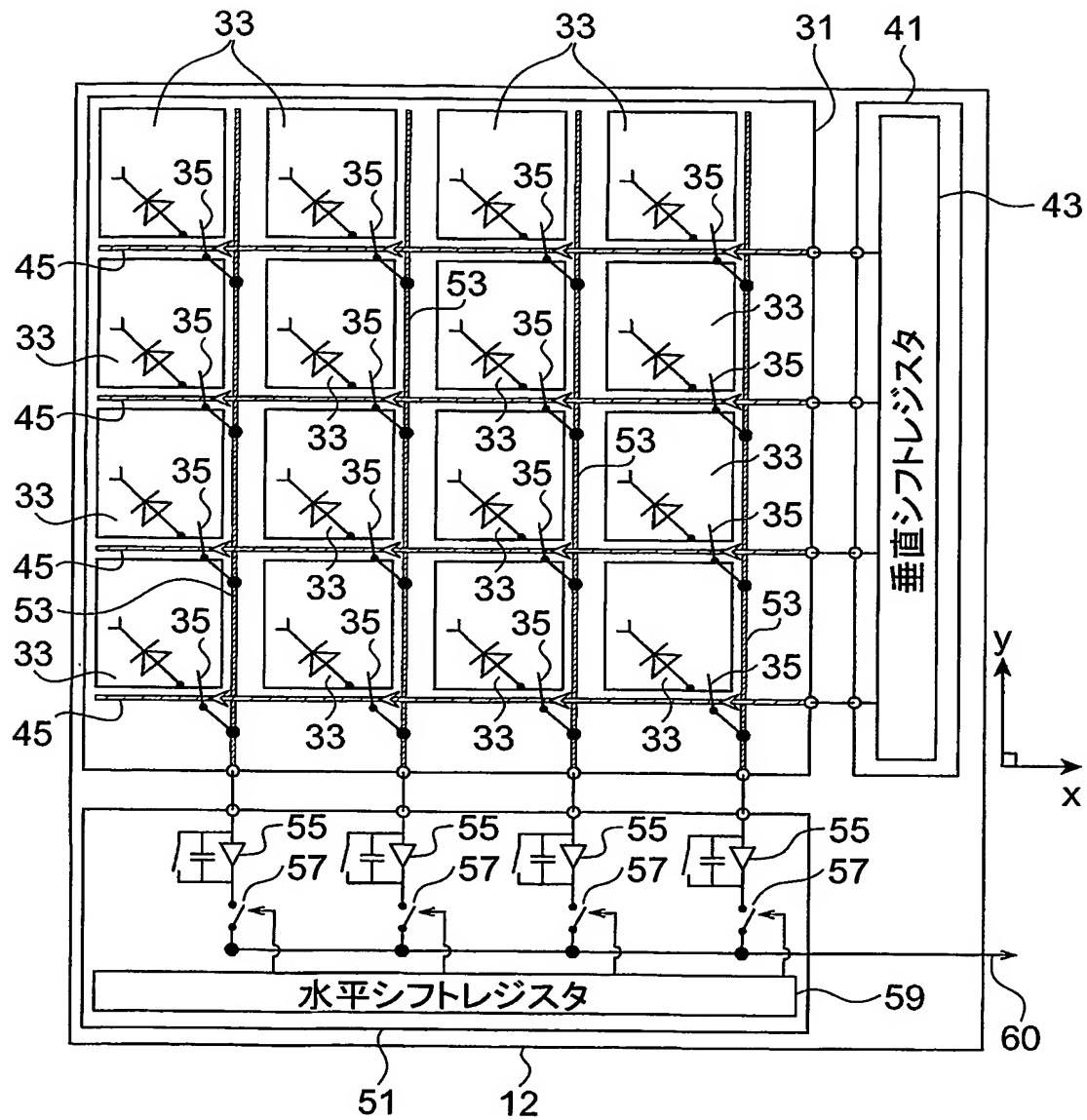
【図 2】



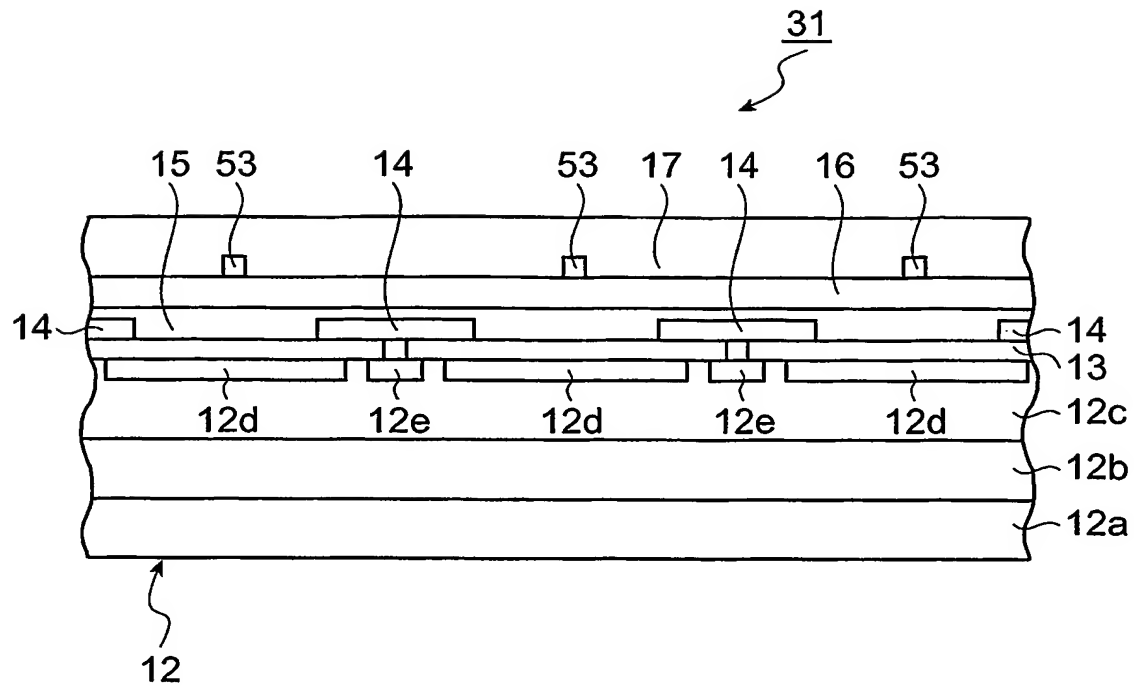
【図 3】



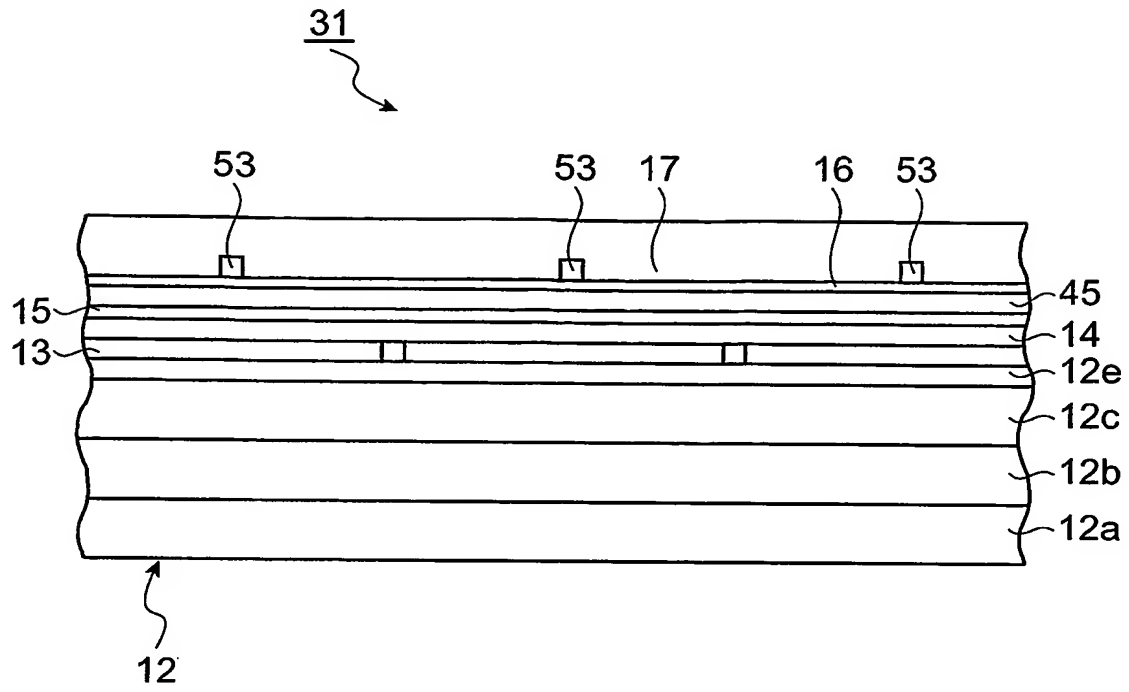
【図 4】



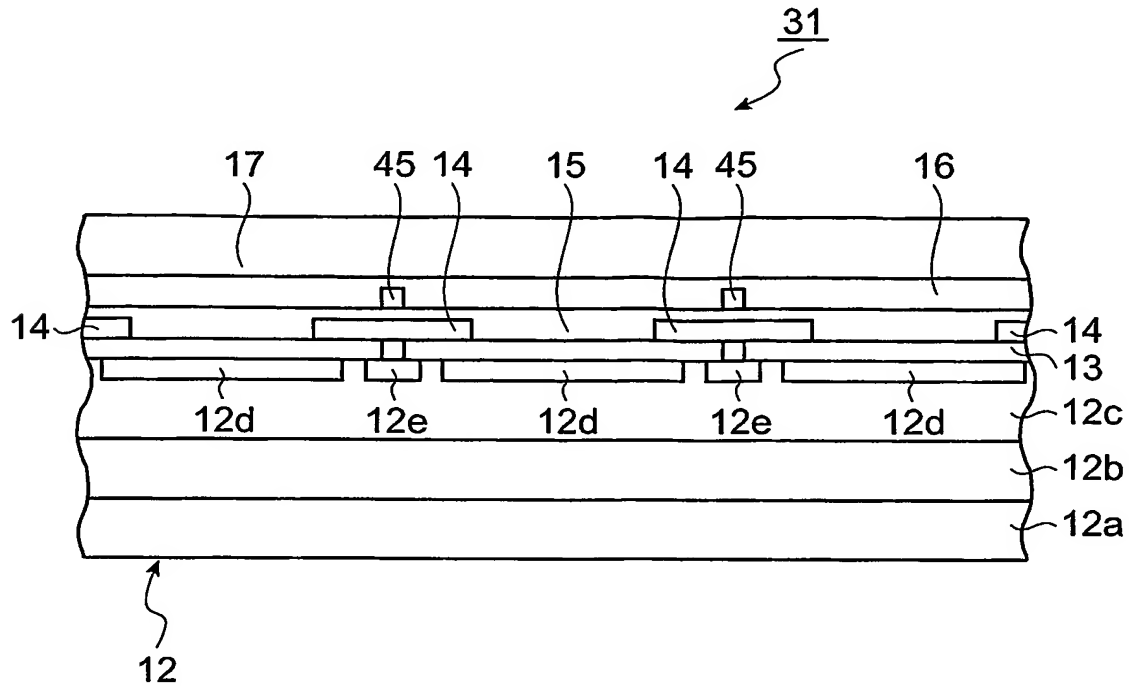
【図 6】



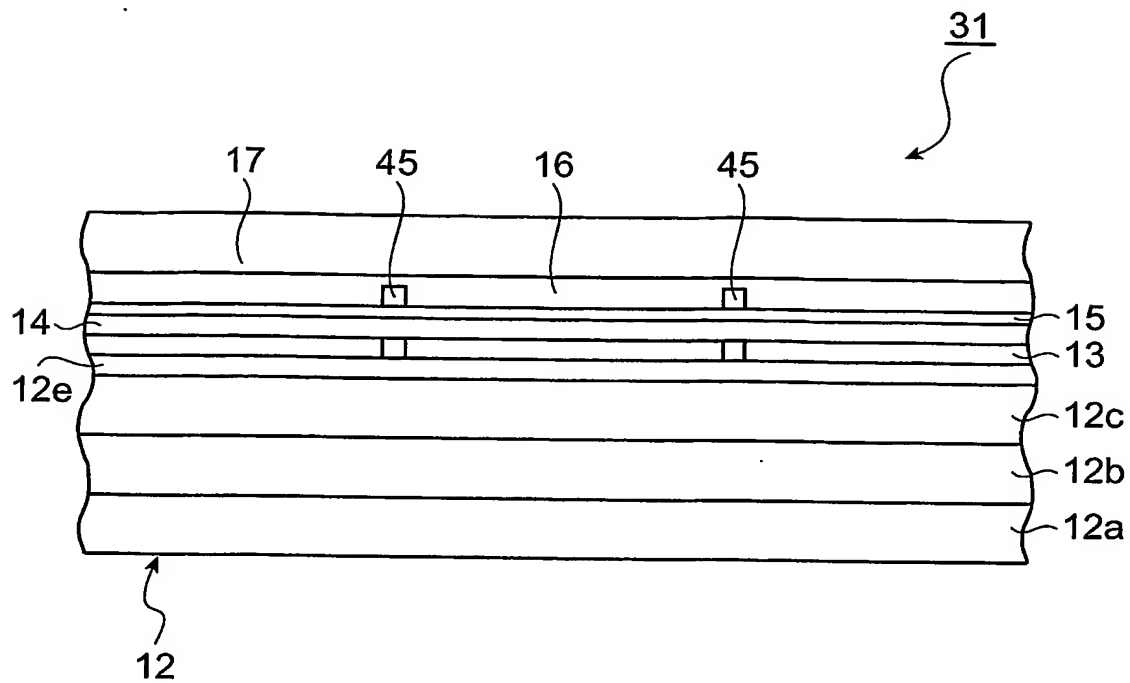
【図 7】



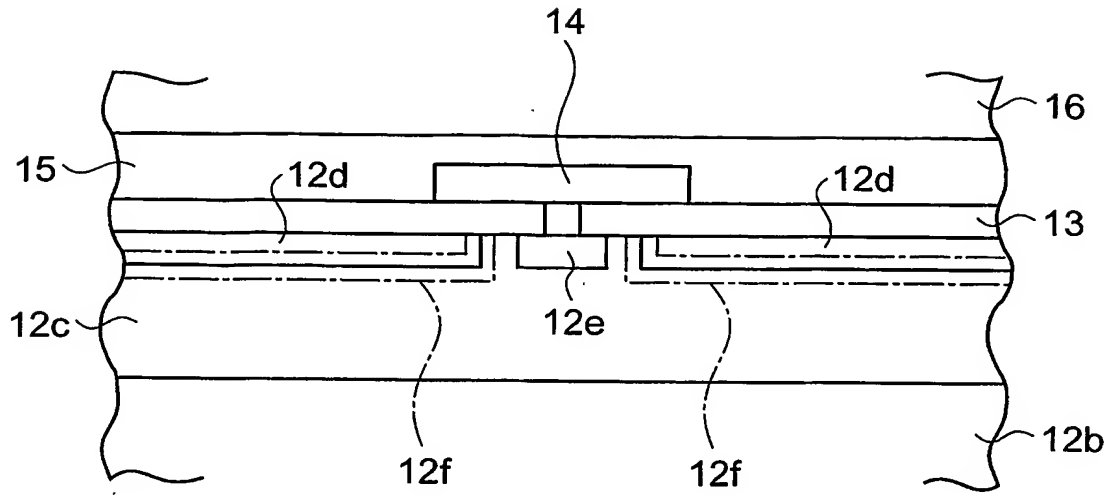
【図 8】



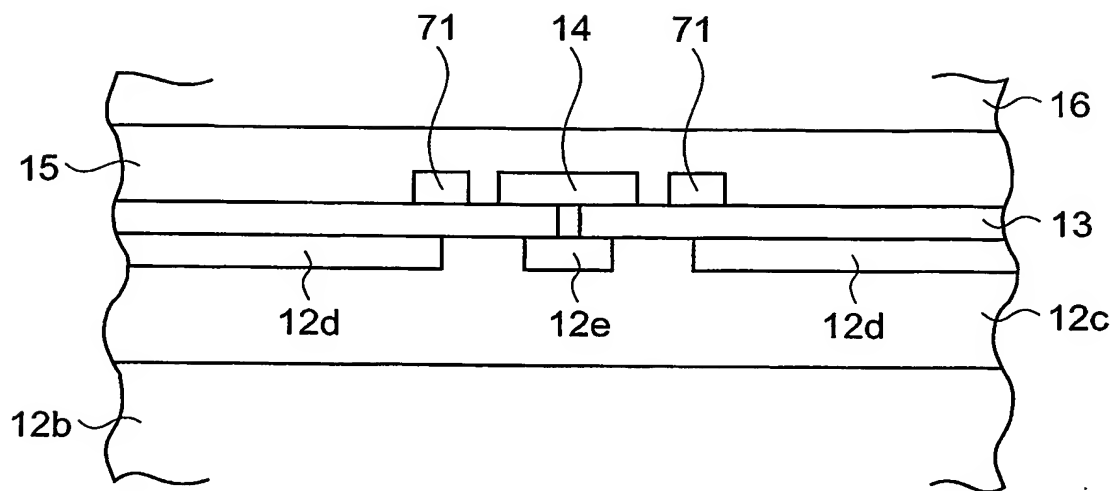
【図 9】



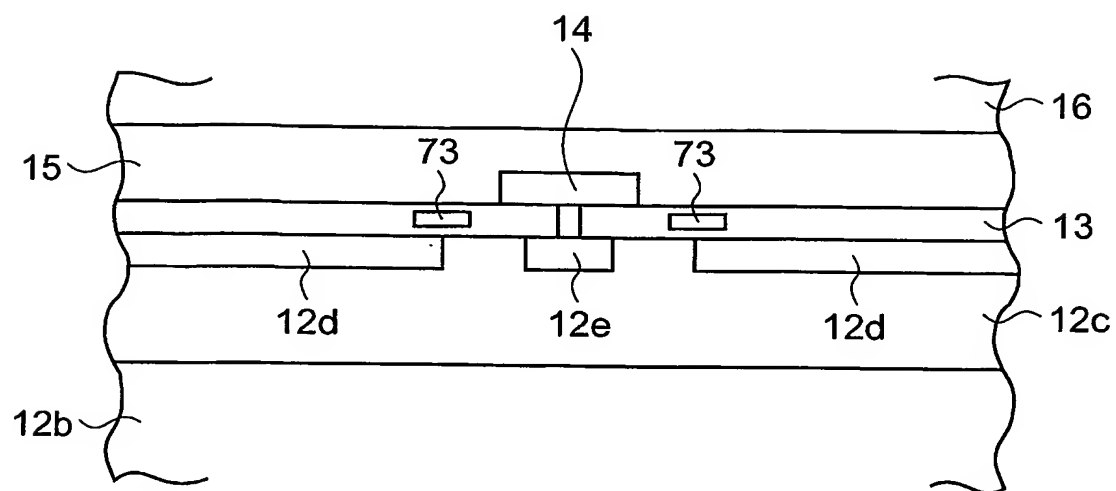
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 p n 接合部分における電荷の界面リークの発生を抑制して、S N比が劣化するのを防止することが可能な固体撮像装置及び放射線撮像装置を提供すること。

【解決手段】 半導体基板 1 2 の P ー型ウエル層 1 2 c の表面側には、N +型半導体領域 1 2 d が形成されており、この N +型半導体と P ー型半導体とでフォトダイオードが構成される。第 1 絶縁層 1 3 の上には、アイソレーション領域 1 2 e に電氣的に接続される金属配線 1 4 が形成されている。この金属配線 1 4 は、その端部が半導体基板 1 2 (P ー型ウエル層 1 2 c) の光入射面に露出する p n 接合部分 (P ー型ウエル層 1 2 c と N +型半導体領域 1 2 d との界面) を覆うように当該 p n 接合部分の上方に設けられており、格子形状を呈している。金属配線 1 4 は接地されており、アイソレーション領域 1 2 e は接地電位とされる。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 2 - 3 4 6 2 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社